

Joonas Koskinen

# Linjasaneerauskohteen lohkojaon aikataulu- ja kustannusvaikutusten analysointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

17.11.2016

|  |   |
|--|---|
| Tekijä<br>Otsikko<br>Sivumäärä<br>Aika   | Joonas Koskinen<br>Linjasaneerauskohteen lohkojaon aikataulu- ja kustannusvai-<br>kutusten analysointi<br>26 sivua + 2 liitettä<br>17.11.2016 |
| Tutkinto   | Rakennusmestari (AMK)   |
| Koulutusohjelma  | Rakennusalan työnjohto  |
| Suuntautumisvaihtoehto   | Talonrakennustekniikka  |
| Ohjaajat   | Työpäällikkö Matti Lahti<br>Lehtori Jouni Ruotsalainen  |
| <p>Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin linjasaneerauskohteen lohkojakoa aikataulutuksen ja työ-<br/>         maan käyttö- ja yhteiskustannusten näkökulmasta. Työssä käsiteltiin aikataulusuunnittelun<br/>         perusteita linjasaneerauksen näkökulmasta ja tutkittiin, miten lohkojakoa voidaan soveltaa<br/>         linjasaneerauksen aikataulusuunnittelussa. Lisäksi työssä käsiteltiin RATU-työmenekkeihin<br/>         perustuvaa asuntokohtaista minimikestoa linjasaneeraukselle, ja kuinka sitä voidaan hyö-<br/>         dyntää hankesuunnittelun välineenä.</p> <p>Työ tehtiin kirjallisenä työnä, jonka materiaalina käytettiin kirjallisuutta sekä tietoa yrityksen<br/>         toteutuneista kohteista. Tätä tietoa kerättiin haastatteluin ja yrityksen dokumentoidusta ai-<br/>         neistosta. Työssä tehtyjen laskelmien pohjana käytettiin RATU-työmenekki tietoja.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena luotiin työkalu lohkojaon suunnitteluun esimerkiksi laskentayksikön<br/>         avuksi. Lisäksi saatiin tietoja linjasaneerauksen asuntokohtaisesta minimikestosta RATU-<br/>         työmenekkien perusteella ja kuinka suuri osuus eri työvaiheilla on asuntokohtaisessa sa-<br/>         neerauksessa. Tätä tietoa voidaan käyttää esimerkiksi linjasaneerausprosessin jatkokehit-<br/>         tämisessä. Johtopäätöksinä voidaan sanoa, että toimivalla lohkojaolla saadaan tiivistettyä<br/>         ja tehostettua työvoiman käyttöä linjasaneerauksessa. Tällä tavoin saadaan osaltaan lyhen-<br/>         nettyä asuntokohtaista saneerausaikaa lisäämättä kustannuksia.</p> |   |
| Avainsanat   | linjasaneeraus, lohkojako, aikataulu, resurssi, linja   |

|  |  |
|--|--|
| Authors<br>Title<br>Number of Pages<br>Date  | Joonas Koskinen<br>Analysis of Block Management with Timetables and Expenses<br>in a Pipeline Renewal Project<br>28 pages + 2 appendices<br>17 November 2016 |
| Degree   | Bachelor of Construction Site Management   |
| Degree Programme   | Construction Site Management   |
| Specialisation option  | House Building Site Management   |
| Instructors  | Matti Lahti, Project Manager<br>Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer  |
| <p>This thesis describes pipeline renovation block management from the viewpoint of scheduling and costs. The study was commissioned by Peab Oy. The thesis describes the principles of schedule management from pipe renewal perspective and discusses how block management can be utilized in planning of a pipe renewal project. In addition, this thesis determines the minimum duration of pipe renewal per apartment according RATU labour input information.</p> <p>The thesis was completed as a literature study. The source material used consisted of related literature as well as internal company information about finished locations. Information was gathered through interviews and by studying documented trustee-administered-material of the company. Calculations conducted during the study were made using RATU labour input data.</p> <p>As the result of the study, a tool was created to help block management in project planning. In addition, data was obtained to determine minimum time needed for pipe renewal per apartment. This information can be used, for example, in the development of a pipe renewal process. In conclusion it can be said that effective block management will reduce the time used and make the use of labour more effective. In this way it is possible to reduce renovation time without increasing the costs.</p> |  |
| Keywords   | pipe renewal project, block management, schedule   |

## Sisällys

### Lyhenteet

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto  | 1  |
| 2     | Esimerkkikohteiden perustiedot                                    | 2  |
| 3     | Linjasaneeraus kirjallisuuden valossa                             | 3  |
| 4     | Linjasaneerauksen menetelmät                                      | 5  |
| 4.1   | Putkien uusiminen ja kylpyhuoneiden saneeraus                     | 5  |
| 4.1.1 | Purkutyöt   | 5  |
| 4.1.2 | LVIS-työt   | 6  |
| 4.1.3 | Rakennustyöt  | 6  |
| 4.2   | Sujutusmenetelmä  | 8  |
| 4.2.1 | Aarsleff-menetelmä  | 8  |
| 4.2.2 | Saertex-Liner-menetelmä   | 8  |
| 4.2.3 | Reliner-menetelmä   | 8  |
| 4.2.4 | Flexoren  | 9  |
| 4.3   | Pinnoitusmenetelmä  | 9  |
| 4.3.1 | DaKKI-menetelmä   | 9  |
| 4.3.2 | LSE-menetelmä   | 9  |
| 4.3.3 | Tubus-menetelmä   | 9  |
| 5     | Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu                             | 10 |
| 5.1   | Rakennushankkeen kokonaiskesto ja rakennusajan kireyden arviointi | 10 |
| 5.2   | Tehollinen rakennusaika   | 10 |
| 5.3   | Lohkojako   | 10 |
| 5.4   | Aikataulutehtävät   | 12 |
| 5.5   | Paikka-aikakaavio   | 12 |
| 6     | Käyttö- ja yhteiskustannusten liittyminen aikataulutukseen        | 13 |
| 7     | Lohkojaon analysointi fyysisen osittelun perusteella              | 15 |
| 8     | Toteutuneiden kohteiden lohkojakojen analysointi                  | 16 |
| 9     | Lohkojaon analysointi työmenekkien perusteella                    | 19 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 10 | Yhteenveto                                 | 24 |
|    | Lähteet                                    | 26 |
|    | Liitteet                                   |    |
|    | Liite 1. Aikataulusuunnittelun kaavio      |    |
|    | Liite 2. RATU-työmenekkipohjainen laskelma |    |

## Lyhenteet

KVV Kiinteistön vesi ja viemäri

LVIS Lämmitys, vesi, ilmanvaihto, sähkö.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Peab Oy Pääkaupunkiseudun korjausrakentaminen yksikön kanssa. Peab Oy on yksi Pohjoismaiden suurimpia rakennusyhtiöitä, joka toimii Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa. Peab-konsernin liikevaihto on 4,8 miljardia euroa. Suomessa Peab toimii 20:llä paikka kunnalla ja Suomen liikevaihto on noin 270 miljoonaa euroa. Korjausrakentaminen yksikkö toteuttaa linjasaneerauksia, toimitilasaneerauksia ja käyttötarkoituksen muutoksia. Peabin linjasaneerauksille on myönnetty ISO 9001 -sertifikaatti. [2.]

Linjasaneeraukset ovat lisääntymässä tällä vuosikymmenellä runsaasti, koska suurin osa Suomen kerrostalokannasta on rakennettu 1960–1970-luvuilla. Kyseisen rakennuskannan putkistojen käyttöikä alkaa saavuttaa käyttöikänsä pään. Linjasaneerausten kasvava lukumäärä lisää myös tarvetta tutkia linjasaneerausmenetelmiä, jotta niitä saataisiin kehitettyä mahdollisimman kilpailukykyisiksi kaikilla mittareilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia linjasaneerauskohteen lohkojakoa aikataulusuunnittelun työkaluna. Lisäksi tavoitteena on tutkia millä tavalla kerralla saneerattavien asuntojen määrä vaikuttaa aikatauluun ja kustannuksiin. Opinnäytetyön esitutkimus alkoi 23.5.2016. Esitutkimuksessa kerättiin tietoa työmaan toteutuneesta aineistoista, haastatteluilla sekä kirjallisuudesta. Opinnäytetyön varsinainen toteutus alkoi 26.8.2016 aloituskokouksella, jossa alustavan tutkimusmateriaalin pohjalta haettiin suunta varsinaiselle tutkimukselle. Tutkimus tehdään kokonaisuudessaan rakentajan työmaatoteutuksen näkökulmasta. Mahdollisiksi ongelmiksi arvioitiin työn sopiva rajaaminen, koska aiheesta on helppo haarautua laajemmin tutkimaan niin kustannuspuolta kuin aikataulusuunnittelua.

Tämän opinnäytetyön tulos tulee olemaan raportti linjasaneerauskohteen erilaisten lohkojakojen vaikutusten analysoinnista. Lisäksi kehitetään työkalua lohkojaon suunnitteluun, esimerkiksi yleisaikataulun luomisen avuksi.

## 2 Esimerkkikohteiden perustiedot

Tutkimuksessa käytettiin analysoinnin ja vertailun pohjana kahta linjasaneerauskohdetta, jotka kuvaavat hyvin yrityksen perusmallista linjasaneeraustuotantoa. Molemmat kohteet olivat niin sanottuja normaaleja linjasaneerauksia, missä asunnot eivät olleet koko saneerausaikaa tyhjillään.

Ensimmäinen tutkimuksen pohjana käytettävistä esimerkkikohteista oli alkukesästä valmistunut LVIS-peruskorjaus. Kohteessa oli 192 saneerattavaa asuntoa neljässä eri talossa. Kohde koostui kahdesta vuonna 1961 valmistuneesta 10 kerroksisesta tornitalosta ja kahdesta 3 kerroksisesta kerrostalosta. Kerrostalojen kantavat rakenteet olivat paikallavalettuja. Vesi- ja viemäriputkistot kulkivat pääosin hormeissa ja lämpölinjat kulkivat valuissa. Kohteessa toteutettiin linjasaneeraus perinteisellä menetelmällä, jonka lisäksi kylpyhuoneet uusittiin kokonaisuudessaan. Yleisissä tiloissa toteutettiin talosaunojen uusiminen kokonaisuudessaan. Talojen pohjaviemärit ja tuuletusviemärit saneerattiin pääosin sujutusmenetelmällä. Piha-alueella uusittiin talon ulkopuolinen salaojitus ja hulevesijärjestelmä. Lisäksi talojen välisiä lämpölinjoja uusittiin. [1.]

Toisena tutkimuksen esimerkkikohteena käytettiin loppukesästä 2016 alkanutta LVIS-peruskorjausta. Kyseinen kohde koostuu kahdesta vuonna 1921 valmistuneesta kuusi kerroksisesta kerrostalosta, joissa oli yhteensä 112 saneerattavaa asuntoa. Hankkeen kesto oli noin vuoden. Kohteessa toteutettiin linjasaneeraus perinteistä menetelmää käyttäen, jonka lisäksi kylpyhuoneet uusittiin kokonaisuudessaan. Rakennuksen runkorakenteet olivat aikakaudelle tyypilliset: kantavat seinärakenteet olivat muurattuja ja välipohjien rakenteena alalaattapalkisto. Vesi- ja viemäriputkistot kulkivat pääosin hormeissa tai näkyvillä. Talojen pohjaviemärit uusittiin pääosin sujutusmenetelmällä, lukuun ottamatta autohallin ali kulkevaa osuutta.



### 3 Linjasaneeraus kirjallisuuden valossa

Linjasaneeraus eli putkiremontti on yleensä kiinteistön yksi suurimpia peruskorjaushankkeita. Linjasaneeraus on tehtävä yleensä 40-50 vuoden välein riippuen putkiston kunnosta ja käytetyistä rakenteista. [4, s. 1.] Tässä opinnäytetyössä lähestytään linjasaneerauksia kerrostalojen ja kerrostaloyhtiöiden linjasaneeraamisen näkökulmasta. Pienempien rakennusten linjasaneeraukset vaativat kiinteistön kokoon nähden mittavia rakennustöitä, mutta ovat yleisesti helpompia toteuttaa teknisesti ja hallinnollisesti.

Kiinteistönhoidon tulee tehdä jatkuvaa LVI-järjestelmien kunnonseurantaa kuntoarvioiden, huoltokirjan sekä kuntotutkimusten avulla. Kiinteistönhoidosta vastaavilla tahoilla tulisi olla jatkuva kuva kiinteistön LVI-järjestelmien kunnosta. [4, s. 6.] Kuntoarvioiden ja kuntotutkimusten perusteella pystytään rakentamaan kiinteistön hoidolle pitkäjänteisen suunnitelma eli niin kutsuttu PTS, joka toimii kiinteistön päättäjien kunnonseuranan työkaluna. [6]. Linjasaneeraus kiinteistöön tulee ajankohtaiseksi, kun todetaan uusimistarve. Uusimispäätökseen vaikuttaa putkiston kunto, vahinkohistoria, terveystarkastukset, asumisviihtyvyys, kustannusvaikutukset, huoneistojen arvonnousu sekä valittu kiinteistöstrategia. [4, s. 8.]

1960-luvulla rakennustekniikkaa alettiin kehittää soveltuvammaksi määrällisesti suurempaan tuotantoon [3, s. 21]. Vuosien 1960–1980 välisenä aikana onkin rakennettu huomattavan suuri osa maamme kerrostalokannasta, noin 47 prosenttia. Enemmistö eli noin 82 prosenttia maamme kerrostaloista on rakennettu vuoden 1960 jälkeen. Suurimpia syitä tähän on 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa alkanut voimakas taloudellinen, rahamarkkinoiden vapautuminen ja suuri muuttoliike kaupunkeihin. [3, s. 17.] Pääosa nyt 2010-luvulla linjasaneerausikään tulevia rakennuksia on rakennettu 1960–1970-lukujen aikana.

Yleisesti 1960-luvun rakennuksissa on käytetty vesiputkien materiaalina kupariputkea sekä kuumasinkittyä teräsputkea ja viemäreinä muhvillisia valurautaputkia. Muoviviemäritä alettiin valmistaa Suomessa vuonna 1965, mutta ongelmat liitoksissa ja lämmönkestoissa estivät muoviviemärien yleistymisen. Vuonna 1971 muhvilliset valurautaviemärit korvasivat muhmittomat punaiseksi maalatut valurautaputket. 1960-luvun rakennuksissa vesi- ja viemärijärjestelmät olivat usein suunniteltu 25–30 -vuoden käyttöiällä. [3, s. 23-24.] 1960–1970-lukujen rakennusten lämmitysjärjestelmänä käytettiin pääosin kaksiputkista patterijärjestelmää. Lämmityspotkien materiaalina käytettiin terästä.

Lämpö tuotettiin yleensä omalla kattilalla tai kaukolämmön avulla. Lämmitysjärjestelmien käyttöikä on tapauskohtaisesti tämän ikäisissä taloissa noin 50-100 vuotta. [3, s. 25.]

## 4 Linjasaneerauksen menetelmät

Karkea jako vesi- ja viemärijärjestelmien saneeraukseen voidaan tehdä putkien uusimisen ja käyttöiän pidentämisen välille. Putkien uusimiskorjauksessa vesi- ja viemäriputket uusitaan, joko entisille paikoilleen tai uusia reittejä käyttäen. Putkia uusittaessa voidaan käyttää myös erilaisia moduuli- tai valmisosakorjauksia. Käyttöiänpidentämisellä tarkoitetaan käytännössä erilaisia pinnoitus- ja sujutusvaihtoehtoja. Joissain tapauksissa, myös putkistojen uusimisen ja käyttöiänpidentämiskorjausten sekakäyttö saattaa tulla kysymykseen. [3, s. 109-110.]

### 4.1 Putkien uusiminen ja kylpyhuoneiden saneeraus

Putkilinjojen kokonaan uusiminen eli niin kutsuttu perinteinen menetelmä on monella tapaa selkeä ratkaisu. Vesi- ja viemärijärjestelmät saadaan uusimalla vastaamaan nykyaikaisia standardeja ja monet epävarmuustekijät saadaan eliminoidua. Putkien uusimisen kanssa ei tule myöskään epäselvyyksiä vakuutus teknisissä asioissa. Lisäksi asuntojen arvoa on mahdollista nostaa saneeraamalla putkien lisäksi myös muita rakennuksen osia, esimerkiksi uusimalla kylpyhuoneet, yleiset tilat ja tekemällä huoneistoremontteja kaikkein huonokuntoisimpiin asuntoihin. Haittapuolena ovat tämän menetelmän vaatimat aika ja tilavaatimukset. Uusiminen vaatii runsaasti purku- ja rakennustöitä ja nämä puolestaan vaativat aikaa. Tämä yleisimmin tarkoittaa että asukkaiden on muutettava pois oman asunnon remontin ajaksi, lisäksi vesi- ja sähkökatkot ja melu hankaloittavat arkea lähes koko projektin ajan. Linjasaneeraus, jossa putkilinjojen lisäksi uusitaan kylpyhuoneet kestään yleensä noin 2-4 kuukautta asuntoa kohden. [3, s.110–111.]

Tässä opinnäytetyössä putkistojen uusimismenetelmä on pääosassa, joten sitä käsitellään tässä luvussa tarkimmin. Tämän luvun oletuksena on tehty, että putkistojen uusimisen yhteydessä uusitaan kylpyhuoneet ja sähköjärjestelmät uusitaan suppeasti.

#### 4.1.1 Purkutyöt

Purkutyöt aloitetaan työkohteen perusteellisella suojaamisella, jotta vältetään muiden kuin purettavien pintojen ja rakenteiden vaurioitumiselta. Lisäksi purkutöistä tulevan pölyn leviäminen muihin tiloihin tulee estää esimerkiksi alipaineistamalla purkualue. Ennen

purkutöiden aloittamista sähkömies kytkee irti purettavan kohteen sähkösyötöstä ja putkimies sulkee ja tyhjentää vesijärjestelmän ja tarvittaessa lämmitysjärjestelmän. Seuraavana työvaiheena irrotetaan säilytettävät kalusteet ja siirretään ne välivarastoitavaksi. Hävitettäväksi menevät kalusteet lajitellaan jätelavoille. Keittiöstä irrotetaan myös kaapistot tarvittavilta osin putkien uusimiseksi. [9, s. 8-9.]

Ennen kuin pintoja ryhdytään purkamaan, tulee selvittää sisältääkö purettava kohde haitta-aineita. Jos haitta-aineita löytyy kartoituksessa, on tila purettava haitta-ainepurkuna. Vuoden vaihteessa 2016 voimaan tullut uusi asbestilainsäädäntö velvoittaa tekemään asbestikartoituksen korjaustyökohteesta ennen töiden aloittamista. Tämä tarkoittaa että jokainen purettava materiaali on tutkittava. Uusi asbestilainsäädäntö velvoittaa lisäksi varmistamaan puretun tilan puhtauden ilmapitoisuusmittauksella. Purettavan tilan asbestipitoisuus ei saa ylittää  $0,01 \text{ k/cm}^3$ . [8.] Uuden asbestilainsäädännön vaatimuksilla on merkittävää vaikutusta kohteen aikatauluun, mikä tulee ottaa huomioon aikataulua ja lohkojakoa suunnitellessa.

Kylpyhuoneen pintamateriaalit kuten laatat irrotetaan piikkaamalla, muovimatot irrotetaan repimällä. Vanha pintalaatta piikataan pois kokonaan ja vanhat tasoitteet poistetaan seinistä, joko piikkaamalla tai koneellisesti jyrsimällä. Hormit avataan ja vanhat putkieristeet ja putket poistetaan. Uudet putkireitit porataan timanttiporalla tai avataan piikkaamalla. [9, s. 10.]

#### 4.1.2 LVIS-työt

Kun purkutyöt on saatu päätökseen, asennetaan uudet viemäri- ja vesiputket. Vesi- ja viemäriputket asennetaan suunnitelmien mukaisiin paikkoihin, joko vanhoille paikoilleen hormoneihin tai uusia reittejä käyttäen. Viemärihajotukset asennetaan uuteen pintalaattaan tai ne tuodaan kerrosta alemman huoneiston alakaton yläpuolelle. Uudet sähkönousukaapelit asennetaan uusiin nousukoteloihin tai hormoneihin, suunnitelmien mukaan. [9, s. 9.]

#### 4.1.3 Rakennustyöt

Kylpyhuonesaneerauksen keskeiset työvaiheet jakautuvat viiteen päätehtävään:

- Rappaus- ja valutyöt
- Palokatkot
- Vedeneristys ja laatoitus
- Kalusteiden ja varusteiden asentaminen
- Viimeistely ja loppusiivous.

Rappaus ja valutyöt käsittävät hormien sulkemisen, seinien oikaisun ja uusien kaatolattioiden valutyöt. Hormit suljetaan muuraamalla tai levyttämällä, suunnitelmien mukaisesti. Kylpyhuoneen seiniin asennetaan rappausohjurit, jonka jälkeen seinät oikaistaan. Kun viemärihajotukset ja lattiakaivo on asennettu, tehdään tukkovalut läpivienneille. Tämän jälkeen valetaan uusi kaatolattia. Palokatkot tehdään välipohjiin ja osastoiviin seiniin erillisen palokatkosuunnitelman mukaisesti [9, s. 11-12.]

Ennen vedeneristämistä tulee seinien ja uuden pintalaatan kosteus mitata. Kosteusarvoissa tulee noudattaa vedeneristevalmistajan ohjeita. Ensin vedeneristetään seinät, vedeneristevalmistajan asennusohjeita noudattaen. Tämän jälkeen kiinnitetään seinälaatat ja saumataan ne, lukuun ottamatta alinta laattariviä. Tämän jälkeen vedeneristetään lattia vedeneristevalmistajan ohjeiden mukaan. Erityistä huolellisuutta tulee käyttää läpivientien ja lattiakaivon kohdalla. Uusi kylpyhuoneen kynnykset kiinnitetään, ja vedeneriste nostetaan kynnykselle. Tämän jälkeen lattia laatoitetaan ja alin seinälaattarivi kiinnitetään. Tämän jälkeen saumataan lattialaatoitus. Saumausten kuivuttua asennetaan vaaka- ja pystynurkkiin elastinen saumamassa. [9, s. 13-14.]

Seuraavana työvaiheena asennetaan alakattorunko, jonka jälkeen alakatto levytetään tai paneloidaan. Tämän jälkeen asennetaan kylpyhuoneen uudet kalusteet ja vesikalusteet. Tässä vaiheessa kiinnitetään myös kylpyhuoneeseen tulevat varusteet kuten esimerkiksi suihkuseinät. [9, s. 15.]

Viimeistelyvaiheessa asennetaan ovilistat ja viimeistellään esimerkiksi wc-istuimen ja altaan saumat elastisella saumamassalla. Tarvittaessa viimeistellään pintoja maalauskorjauksin. Asunto siivotaan perusteellisesti ja suojaukset poistetaan. [9, s. 15.]

## 4.2 Sujutusmenetelmä

Sujutusmenetelmällä tarkoitetaan putkien sisäpuolista korjaustapaa, jossa vanhan putken sisään sujutetaan uusi putki. Yleisimpiä sujutusmenetelmiä ovat esimerkiksi Aarsleff-menetelmä, Flexoren-menetelmä, Saertex-Liner -menetelmä ja Reliner-menetelmä. Tyypillistä sujutusmenetelmille on, että putket kuvataan ja puhdistetaan, jonka jälkeen sujutusputki sujutetaan paikoilleen esimerkiksi paineilman avulla. Tämän jälkeen sujutusputki kovetetaan, jollakin koveteaineella. Kovettumisen jälkeen sujutusputki käytännössä korvaa vanhan putken. Sujutusputket asennetaan putken sisään yleensä tarkastusputkien tai katkosten kautta. [11, s. 2-3.]

### 4.2.1 Aarsleff-menetelmä

Aarsleff-menetelmässä käytettävä sujutusputki on muovipintaista polyesterihuopaa, joka kovetetaan aika- ja lämpöreaktiivisilla hartseilla. Menetelmä sopii vaakasuuntaisille tontti- ja pohjaviemäreille ja se käy kaikenlaisille putkimateriaaleille. Menetelmää voidaan myös käyttää sadevesipystylinjoille. [11, s. 2.]

### 4.2.2 Saertex-Liner -menetelmä

Saertex-Liner -menetelmän sujutusputken materiaalina käytetään Advantex-lasikuituvahvisteista useista kerroksista ommeltua monikerrossukkaa. Tässä menetelmässä putki voidaan kovettaa vesihöyryn tai ultraviolettivalon avulla. [11, s. 3.]

### 4.2.3 Reliner-menetelmä

Reliner-menetelmän sujutusputken materiaalina käytetään muovipintaista polyesterihuopaa, joka kyllästetään epoksihartsilla. Reliner-menetelmä sopii vaakasuuntaisille tontti- ja pohjaviemäreille sekä pystyviemäreille ja niiden haaroihin. [11, s. 3.]

#### 4.2.4 Flexoren

Flexoren-menetelmä eroaa aikaisemmin esitellyistä sujutusmenetelmistä. Flexoren-menetelmä on pitkäsuojutusmenetelmä, jossa muovinen osista yhtenäiseksi hitsattu sujutetaan vanhan putken sisään. Putki sujutetaan viemäriin tarkastuskaivojen kautta. Flexoren-menetelmä soveltuu kiinteistön ja pääviemäriin välisiin putkistoihin. [11, s.3.]

#### 4.3 Pinnoitusmenetelmä

Putkien pinnoitusmenetelmällä tarkoitetaan putkien sisäpuolista pinnoitusta elastisella massalla. Putkien pinnoitusmenetelmällä voidaan korjata valurautaviemäreitä ja lattia-kaivoja sekä käyttövesi- ja lämmitysverkostojen putkia [10, s. 15]. Yleisimpiä pinnoitusmenetelmiä ovat esimerkiksi DaKKI-, LSE- ja Tubus-menetelmät [11, s. 2].

##### 4.3.1 DaKKI-menetelmä

DaKKI-menetelmässä pinnoitusmateriaalina käytetään lämpöliikettä sallivaa ja hyvin tarttuvaa epoksimassaa. DaKKI-menetelmällä on pinnoitettu putkia Ruotsissa vuodesta 1991 lähtien. Menetelmällä voidaan pinnoittaa pysty- ja vaakaviemäreitä sekä lattiakaivoja. DaKKI-menetelmä on VTT-sertifioitu ja sillä on myös Ruotsin asuntoviraston tyyppihyväksyntä. DaKKI-menetelmän työvaiheita ovat viemärien jyrsiminen, huuhtelu, videointi ja itse pinnoitus. [11, s. 2].

##### 4.3.2 LSE-menetelmä

LSE-menetelmä on kehitetty Sveitsissä ja sillä on putkia jo vuodesta 1987. LSE-menetelmällä voidaan pinnoittaa halkaisijaltaan 5-150 mm käyttövesi-, viemäri- ja lämmitysvesiputkia. [11, s. 2.]

##### 4.3.3 Tubus-menetelmä

Tubus-menetelmässä materiaalina käytetään polyesterimuovimassaa, joka ruiskutetaan vanhan putken seinämille. Tubus-menetelmää on käytetty 1998 lähtien sisäpuolisten pysty- ja vaakaviemärien pinnoitustapana. Tubus-menetelmällä voidaan pinnoittaa halkaisijaltaan 50-150 mm valurauta-, teräs-, muovi-, ja lasikuituputkia. [11, s. 2.]

## 5 Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu

Aikataulusuunnittelun perusvaiheet ovat rakennushankkeen kokonaiskeston ja rakennusajan kireyden arviointi, tehollisen rakennusajan laskeminen, kohteen jakaminen osakohteisiin eli lohkoihin ja työkohteisiin, aikataulutehtävien muodostaminen ja mitoittaminen ja paikka-aika kaavion luominen. [7, s. 17.]

### 5.1 Rakennushankkeen kokonaiskesto ja rakennusajan kireyden arviointi

Urakasopimusasiakirjoissa rakennuttaja määrittelee hankkeen keston eli rakennuttaja antaa rakennushankkeelle alkamispäivämäärän ja valmistuspäivämäärän. Urakoitsijan näkökulmasta hankkeen aikataulun tulisi kireyden kannalta taloudellisesti optimaalinen ja riskit tehokkaasti eliminoiva. Rakennuttajan kannalta taas hieman kireämpi aikataulu on edullinen. Urakoitsijan kannalta tärkeintä on selvittää, onko rakennushanke pieni vai keskisuuri. Tällä on merkittävä vaikutus työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin [7, s. 19-20.]

### 5.2 Tehollinen rakennusaika

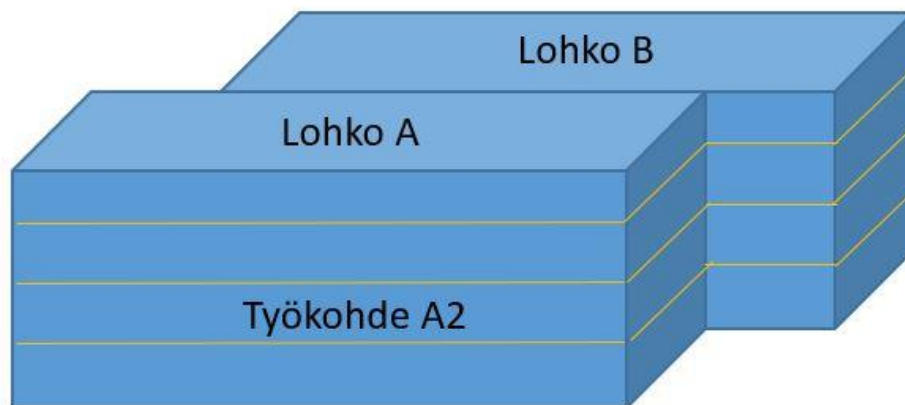
Koko rakennusaikaa ei saada käytettyä itse tuotantoon. Lomat ja erilaiset pyhäpäivät aiheuttavat keskeytyksiä tuotantoon. Lisäksi huonot sääolot sekä häiriöt tuotannossa voivat aiheuttaa keskeytyksiä tuotantoon. Tehollisella rakennusajalla tarkoitetaan rakennustöihin kuluvaa aikaa, josta on poistettu häiriöpelivarat. Kun työt suunnitellaan ilman häiriöpelivaroja, saadaan aikatauluun realistisuutta ja tavoitteellisuutta. Häiriöt ovat luonteeltaan satunnaissuuntaisia eikä niitä voida olettaa tapahtuvan jokaisen aikataulutehtävän kohdalla. [7, s. 22.]

### 5.3 Lohkojako

Rakentamisaikataulun laatiminen alkaa kohteen osittelusta. Rakenteellisessa osittelussa rakennettava kohde jaetaan fyysisiin osiin, lohkoihin. Lohko on erillinen rakennus, rakennuksen osa tai vastaava kokonaisuus, joka voidaan rakentaa yhtenä kokonaisu-



tena. Jokainen lohko tulisi olla sellainen, että se voidaan toteuttaa itsenäisenä rakennuskohteena. Tämän jälkeen lohkot jaetaan sijainteihin eli työkohteisiin. Näin tehdään, jotta kohteen aikataulusta voidaan luoda paikka-aikakaavio. [7, s. 24-25.]



Kuva 1. Lohko- ja työkohdejako [7, s. 24].

Lohkojaon edut perustuvat siihen, että seuraavat työvaiheet saadaan alkamaan osakohteessa aikaisemmin kun edeltävät työvaiheet valmistuvat. Tällä tavoin saadaan käytettyä työvoimaa tehokkaammin, kun seuraavan työvaiheen aloittaminen ei edellytä, että koko kohteen tietty työvaihe kuten runko- tai purkutyö saadaan valmiiksi. Tällä tavoin saadaan lyhennettyä koko kohteen rakennusaikaa. [7, s.24-25.]

Lohkojen suoritusjärjestys vaikuttaa myös rakennusajan pituuteen. Suoritusjärjestystä ei määrää ainoastaan aikataulu, vaan siihen vaikuttavat myös muun kohteen tekniseen toteuttamiseen vaikuttavat tekniset ratkaisut kuten esimerkiksi lämmönjakohuone tai väestönsuoja. Lohkojen suoritusjärjestys valitaan, joko paikka-aikakaaviosta silmämääräisesti päättämällä tai käyttämällä niin sanottua Hoffin sääntöä. Hoffin säännön mukaan ensimmäiseksi lohkoksi missä perustus- ja runkovaihe on lyhin ja viimeiseksi se missä sisävalmistusvaihe on jäljellä olevista lyhin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että eri lohkot saadaan tällä tavalla käyntiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Kun eri lohkoissa saadaan työt käyntiin ei tarvitse odottaa, että edeltävä työvaihe valmistuu koko kohteessa vaan niitä saadaan porrastettua ja työvoiman käyttöä tehostettua. [7, s. 27.]

#### 5.4 Aikataulutehtävät

Aikataulutehtävän luominen aloitetaan luomalla tehtäväluettelo, joka sisältää eritellysti osakohteen tehtävät. Tehtäväluettelossa näkyy jokaisen tehtävän nimi, sen suoritemäärä ja käytetty yksikkö. Seuraavaksi tehtäväluettelo täydennetään työmenekeillä ja valitsemalla eri tehtäville sopiva perustyöryhmä. Näin saadaan laskettua tehtävien kestot. [7, s. 29-30.]

#### 5.5 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaaviossa aika akseli kulkee vasemmalta oikealle. Kaavion pystyakselille sijoitetaan lohkot ja kerrokset. Paikka-aikakaavioon merkitään toteutuksen kannalta tärkeimpiä työkohteita eli mestaa sitovia töitä. Paikka-aikakaavioon sijoitetut tehtävät tahdistetaan ja rytmitetään, jotta tuotantonopeus saadaan pidettyä tasaisena ja työkohteesta toiseen päästään siirtymään ilman keskeytyksiä. [7, s. 33-37.]

## 6 Käyttö- ja yhteiskustannusten liittyminen aikataulutukseen

Käyttö- ja yhteiskustannuksilla tarkoitetaan Talo-80-nimikkeistön litteroiden pääryhmiä 8 ja 9. Käyttö- ja yhteiskustannuksiin kuuluvat työmaatekniset kulut ja niin kutsutut yleiskulut. Litterapääryhmä 8 sisältä esimerkiksi seuraavan tyyppisiä hyvin yleisiä kustannuksia

- Työmaarakennukset
- Aitaus ja mainoskilvet
- Rakennussuojaus
- Työturvallisuus
- Rakennushissit
- Sähkö
- Vesi
- Työmaakuljetukset.

Pääryhmälittera 9 puolestaan kattaa työmaan yleisiä kustannuksia kuten esimerkiksi:

- Työnjohto
- Työmaakokoukset ja katselmukset
- Työmaatoimisto
- Siivous ja raivaus
- Luottamustehtävät ja työterveydenhuolto. [13, s. 8-18.]

Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset ovat sidoksissa työmaan laajuuteen ja hankekoon. Esimerkiksi rakennusaika vaikuttaa työmaarakennusten vuokran pituuteen ja arvioitu työmaahenkilöstön määrä taas vaikuttaa kuinka suuret työmaarakennukset tarvitaan. Hankkeen koko vaikuttaa myös esimerkiksi siihen kuinka paljon työnjohtoa kohteeseen vaaditaan. [7, s. 20.]

## 7 Lohkojaon analysointi fyysisen osittelun perusteella

Lohkojako fyysisenä ositteluna perustuu aikataulusuunnittelun perusteisiin, joissa kohde pyritään jakamaan osakohteisiin, fyysisiin kokonaisuuksiin, jotka voidaan rakentaa kerralla valmiiksi. Linjasaneerauskohteessa yksi selkeä tällainen kokonaisuus on nousulinjat. Nousulinjoja voi kohteesta riippuen olla useampia asuntoa kohden tai yksi nousulinja voi palvella useampaa vierekkäistä asuntoa. Nousulinjan rakentaminen sitoo työvaiheita kuitenkin asuntoihin, mikä tarkoittaa, että keskeisen nousulinjan asuntojen tulisi kuulua samaan lohkoon. Linjasaneerauksessa työvaiheet rajoittuvat kuitenkin verrattain pienen alueeseen; asuntoon tai kylpyhuoneeseen, mikä ei mahdollista aikataulun kiristämistä työryhmä kokoa kasvattamalla. Esimerkiksi kahta laattamiestä ei saada kylpyhuoneeseen samanaikaisesti mahtumaan.

Muita selkeitä lohkojaon fyysisiä ositteluperusteita ovat esimerkiksi porrashuoneet tai erilliset talot. Erillisiä porrashuoneita ja taloja tehdessä saadaan työalue eristettyä selkeästi muusta kiinteistöstä, mikä vähentää hyppimistä eri kohteiden välillä, kun osakohde saadaan yksinkertaisesti valmistettua alusta loppuun yhtenä kokonaisuutena. Tästä ei myöskään aiheudu asukkaille niin paljoa haittaa, koska vesi- ja sähkökatkokset saadaan pidettyä yleensä porraskäytävä tai talokohtaisena.

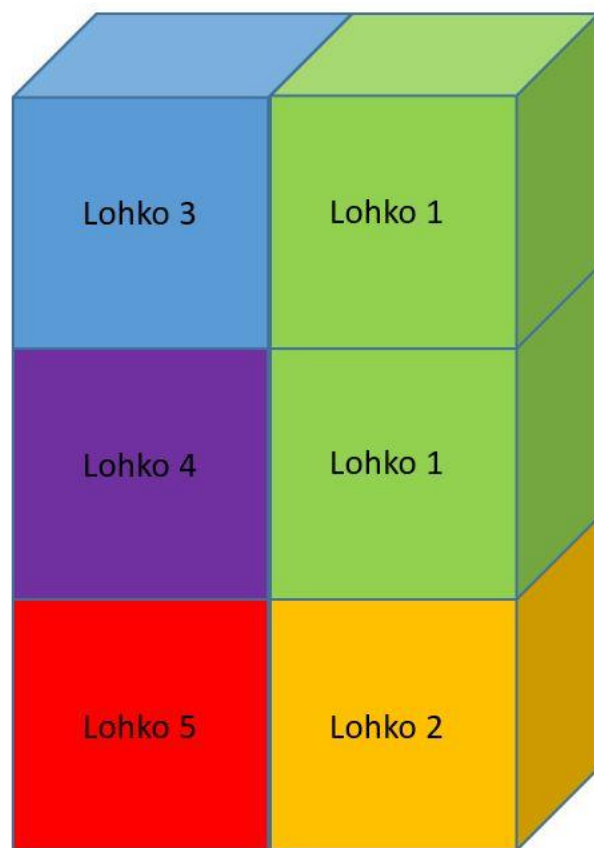
Tämän päivän linjasaneerauksessa, asuntokohtaisen läpimenon pituus on usein keskeisessä roolissa [1]. Tästä johtuen lohkojakoa voidaan joutua pohtimaan näin myös asukaslähtöiseltä kantilta, puhtaasti tuotannollisten näkökulmien lisäksi. Tällöin lohkojakoa tehdessä tulee huomioida mestaa sitovat työvaiheet ja niiden vaikutus työn etenemiseen. Lisäksi työkohteen pieni fyysinen koko vaikuttaa niin, että työryhmien koon kasvattamisella ei välttämättä pystytä lisäämään tuotantonopeutta. Lisäksi voimakas resursien lisääminen kasvattaa työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksien kertymistä.

## 8 Toteutuneiden kohteiden lohkojakojen analysointi

Ensimmäisessä esimerkkikohteessa korkeissa kymmenen kerroksisessa tornitalossa käytettiin pystylinjoihin perustuvaa lohkojakoa, jota muokattiin niin että purkutöiden aloittaminen ja luovutus porrastettiin niin että saatiin järkevä tuotantomäärä kerralla työn alle (kuva 2). Tällä tavoin saatiin järkevä tuotantonopeus kasvattamatta resursseja ja pidettiin kuitenkin asuntokohtainen aikataulu riittävän lyhyenä. Korkeiden tornitalojen lohkojako yksinkertaisempiin lohkoihin olisi tuotannollisesti ollut järkevämpää, mutta rakennuttajan asettamaan tavoitekeston pääseminen olisi edellyttänyt resurssien lisäämistä. [1.]

Korkeiden kerrostalojen jakamista eri kokoihin lohkoihin ei ollut yrityksessä käytetty aikaisemmin (kuva 2), joten ensimmäisen korkean talon toteutuksessa aikataulun rytmitys haki hieman paikkaansa. Esimerkiksi nousulinjojen noston tahdistus ei aluksi aivan osunut kohdalleen, mikä aiheutti tarpeen tehdä väliaikaisia putkivetoja. Lisäksi työnaikaisia palokatkoja aiheutui suunniteltua enemmän, mistä tuli hieman ylimääräisiä kustannuksia. Lohkojaolla saavutettiin kuitenkin asetetut tavoitteet ja kaikki lohkot luovutettiin aikataulussa. [1.]

Ensimmäisen esimerkkikohteen matalammat kerrostalot jaettiin yksinkertaisemmin lohkoihin portaiden mukaan, jolloin saatiin tuotantonopeuteen soveltuva määrä asuntoja järkevästi aikataulutettua (kuva 3). Tämän tyyppinen jako oli myös nousulinjojen sekä rakenteellisten ratkaisujen kannalta ihanteellisin. [1.]

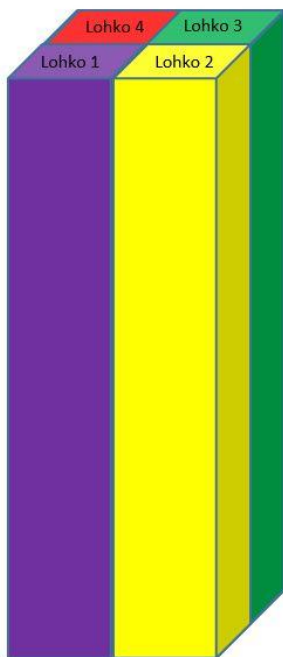


Kuva 2. Monimutkaisempi lohkojako linjojen mukaan ja tuotantomäärät huomioon ottaen.



Kuva 3. Yksinkertainen lohkojako porrashuoneiden mukaan.

Toisessa esimerkkikohteessa porrashuoneet jaettiin pystysuuntaisiin lohkoihin pystylinjojen mukaan (kuva 4). Porrashuone jaettiin tässä tapauksessa kolmeen lohkoon, joista ensimmäinen käsitti yhden nousulinjan ja kaksi seuraavaa kaksi nousulinjaa. Tämä lohkojako mahdollistaa purkuvaiheen vaiheittaisen aloittamisen ja kohteen vaiheittaisen luovuttamisen. Tällä tavoin saadaan tehostettua rakennusajan ja työvoiman käyttöä, joka tarkoittaa lyhempää asuntokohtaista linjasaneerausaikaa, resursseja lisäämättä [7, s. 25]. Huonona puolena noin hankkeen puolen välin jälkeen, luovutusvaihe on käytännössä jatkuvasti jossakin lohossa käynnissä. Tämä saattaa aiheuttaa häiriöitä rytmitykseen, jos suurhäiriö esiintyy ja aikataulua joudutaan kirmämään.



Kuva 4. Lohkojako linjojen mukaan.



## 9 Lohkojaon analysointi työmenekkien perusteella

Tässä luvussa käsitellään linjasaneerauksen lohkojakoa RATU-tömenekkien kautta, jotta päästäisiin kiinni tuotannollisesti tehokkaimpaan mahdolliseen lohkojakoon. Analyysin pohjaksi otettiin keskimääräinen 1960-1970 kerrostaloasunto, jossa on yhteensä noin 70 asuineliötä. Kylpyhuoneen lattia pinta-ala on kolme neliömetriä ja laskennallinen seinäpinta-ala 15 neliömetriä. Tässä vaiheessa ei otettu huomioon rakennuksen tyyppiä tai muita erityispiirteitä, vaan laskelmat tehtiin oletuksella, että asutokohtainen saneeraus sisältää yleisimmät kerrostalon perinteisen linjasaneerausmenetelmän työvaiheet. Yhtä asuntoa saneeraavan työryhmän kooksi oletetaan kaksi rakennusammattimiestä (RAM).

Laskelman pohjaksi otettiin kylpyhuoneessa tehtävät työkohdetta sitovat työvaiheet, jotta saataisiin tietoon yhden asunnon saneeraamiseen kuluva RATU-tömenekkien mukainen minimikesto. Rakennustekniset työt on tässä laskelmassa laskettu tarkkojen RATU-tömenekkien mukaan ja LVIS-töiden menekeistä on tehty arviolaskelma bruttopinta-alaan perustuvien RATU-tömenekkien pohjalta. Perinteisen linjasaneerauksen yhteydessä tehtävät muut työvaiheet ovat työmenekeiltään suhteessa vähäisempiä ja lisäksi ne eivät ole samalla tavoin työkohdetta rajoittavia, joten niitä ei ole tässä laskelmassa otettu huomioon. Laskelmassa on käytetty tehollista T3-aikaa, johon on lopussa lisätty pienet erilliset työvaiheet ja työehtosopimuksen mukaiset keskeytykset sekä pelivarat (TL3-aika) ja näin olleen lopputulos on T4-aikaa.

Laskelmasta voidaan havaita, että suurin osa työkohdetta sitovista tehtävistä on rakennusteknisiä tehtäviä, joista purkutyöt sekä vedeneristys- ja laatoitustyöt ovat eniten aikaa vieviä työvaiheista (kuva 5). Purkutyötöiden valmistuminen puolestaan on aloitusedellytys muiden työvaiheiden aloittamiselle, joten purkutöiden aloittamisen porrastamisella saadaan käytettyä työvoimaa purkuvaiheessa erittäin tehokkaasti. Purkutöissä on myös mahdollisuus kasvattaa työryhmän kokoa esimerkiksi jätteiden siirroissa.



Kuva 5. Perinteisen menetelmän mestaa sitovien työvaiheiden osuus kylpyhuoneen saneerauksen työmenekistä.

Laskelman lopputuloksena saadaan T4-aikamuodossa esitetty yhden asunnon saneerauksen kesto aika tunteina ja työvuoroina (taulukko 1). Kun tämä tieto taulukoidaan ja kerrotaan asuntojen lukumäärällä, saadaan tietoa kuinka asuntojen määrä vaikuttaa asuntokohtaisen saneerausajan pituuteen (taulukko 2). Tätä tietoa voidaan käyttää esimerkiksi lohkojen mitoittamisen pohjana, kun halutaan verrata aikataulua rakennuttajan määrittämään tavoiteaikaan.

Taulukko 1. Laskelma yhden asunnon kylpyhuoneen minimikestosta RATU-työmenekien perusteella [12].

|  | määrä | yksikkö | tth/yk-<br>sikkö | tth          |
|--|-------|---------|------------------|--------------|
| kalusteiden purku                            | 1     | kpl     | 1,5              | 1,50         |
| seinälaatoituksen purku, siivous ja siirrot  | 15    | m2      | 0,2              | 3,00         |
| lattialaatoituksen purku, siivous ja siirrot | 3     | m2      | 0,35             | 1,05         |
| KPH-seinien rappauksen purkaminen            | 15    | m2      | 0,2              | 3,00         |
| pintabetonilaatan purkaminen                 | 3     | m2      | 0,4              | 1,20         |
| hormien avaaminen                            | 2,5   | m2      | 0,65             | 1,63         |
| LVI-purku                                    | 12    | jm      | 0,2              | 2,40         |
| timanttireikä 80-125                         | 2     | kpl     | 0,4              | 0,80         |
| timanttireikä 175-300                        | 1     | kpl     | 0,65             | 0,65         |
| roilot                                       | 6,5   | jm      | 0,2              | 1,30         |
| valmistelevat työt                           | 1     | kpl     | 0,2              | 0,20         |
| jätteiden siirrot                            | 18    | m2      | 0,3              | 5,40         |
| <b>purkutyöt yhteensä</b>                    |       |         |                  | <b>22,13</b> |
| Pystynousut ja kattohajotukset               | 1     | kpl     | 6                | 6            |
| Viemärinousut ja hajotukset                  | 1     | kpl     | 2                | 2            |
| Putkieristykset                              | 1     | kpl     | 2                | 2            |
| <b>Pystynousut yhteensä</b>                  |       |         |                  | <b>10</b>    |
| Välipohjan palokatko                         | 1     | kpl     | 0,7              | 0,7          |
| Hormien muuraus                              | 2,5   | m2      | 0,28             | 0,7          |
| Rappaus                                      | 15    | m2      | 0,35             | 5,25         |
| Sähköjen asennus roiloihin                   | 1     | kpl     | 2                | 2            |
| Roilojen täytöt                              | 6,5   | jm      | 0,3              | 1,95         |
| Kaivon asennus ja tukkovalu                  | 1     | kpl     | 0,5              | 0,5          |
| Lattialämmityksen asennus                    | 1     | kpl     | 0,01             | 0,01         |
| Lattian raudoitus                            | 1     | kpl     | 0,8              | 0,8          |
| Kaatovalu                                    | 3     | m2      | 0,85             | 2,55         |
| Pintarappaus                                 | 15    | m2      | 0,03             | 0,45         |
| <b>Valu- ja rappaukset yhteensä</b>          |       |         |                  | <b>14,91</b> |
| Seinien vedeneristäminen                     | 15    | m2      | 0,4              | 6            |
| Lattian vedeneristäminen                     | 3     | m2      | 0,25             | 0,75         |
| Kiinnitys ja saumalaastin valmistaminen      | 18    | m2      | 0,04             | 0,72         |

|                              |       |      |      |
|------------------------------|-------|------|------|
| Seinien laatoitus ja saumaus | 15 m2 | 0,6  | 9    |
| Lattian laatoitus ja saumaus | 3 m2  | 1    | 3    |
| Silikonit                    | 25 jm | 0,03 | 0,75 |

---

|                                    |  |  |       |
|------------------------------------|--|--|-------|
| Vedeneristys ja laatoitus yhteensä |  |  | 20,22 |
|------------------------------------|--|--|-------|

---

|                              |       |      |      |
|------------------------------|-------|------|------|
| Alakaton runko ja panelointi | 3 m2  | 1,1  | 3,3  |
| Kalusteasennukset            | 1 kpl | 4    | 4    |
| Varusteet                    | 1 kpl | 1,14 | 1,14 |
| LVI-kalusteasennukset        | 1 kpl | 4    | 4    |
| Listoitus                    | 15 jm | 0,07 | 1,05 |
| Sähköasennukset              | 1 kpl | 1    | 1    |
| Loppusiivous                 | 18 m2 | 0,03 | 0,54 |

---

|   |  |  |       |
|---|--|--|-------|
| Pintatekniikka, varusteet ja kalusteet yhteensä |  |  | 15,03 |
|---|--|--|-------|

---

|            |          |
|------------|----------|
| Yhteensä   | 82,29    |
| T4-aikaa   | 90,5135  |
| tth/2RAM   | 45,2568  |
| työvuoroja | 5,657094 |

Taulukko 2. Asuntojen määrän vaikutus saneerauksen pituuteen työvuoroina ilmoitettuna.

| Asuntojen lukumäärä | Kesto työvuoroja |
|---------------------|------------------|
| 1                   | 6                |
| 2                   | 11               |
| 3                   | 17               |
| 4                   | 23               |
| 5                   | 28               |
| 6                   | 34               |
| 7                   | 40               |
| 8                   | 45               |
| 9                   | 51               |
| 10                  | 57               |
| 11                  | 62               |
| 12                  | 68               |
| 13                  | 74               |
| 14                  | 79               |
| 15                  | 85               |

## 10 Yhteenveto

Tutkimuksen tekeminen aloitettiin tutustumalla eri linjasaneeraustyömaiden aikatauluihin ja lohkojakoihin. Näiden pohjalta pidettiin haastattelu, jossa käsiteltiin erään Peab oy:n linjasaneerauskohteen vastaavaa työnohtajaa. Kyseisessä kohteessa oli kokeiltu hie-  
man tavallisuudesta poikkeavaa lohkojakoa, jotta asuntokohtainen linjasaneerausaika saatiin pysymään rakennuttajan antamissa raameissa. Tämän jälkeen tutkittiin kirjalli-  
suudesta aikataulusuunnittelun ja linjasaneerauksen menetelmiä, jotta päästiin kehittä-  
mään työkalua sopivan lohkojaon luomiseen aikataulusuunnitteluvaiheessa. Lisäksi ana-  
lysoitiin minkälaiset lohkojaot ovat linjasaneerauksessa ylipäättään mahdollisia ja kuinka lohkojako vaikuttaa työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin. Käyttö- ja yhteiskustannus-  
ten osalta todettiin, että laskentayksikkö pystyy helpommin laskemaan käyttö- ja yhteis-  
kustannukset oikein, myös niin kutsutuiden vaikeasti arvioitavien litteroiden osalta, kun lohkojako on toteutettu huolellisesti. Kun lohkojako ja aikataulu on huolellisesti suunni-  
teltu, saadaan resurssit mitoitettua kohteen kokoon nähden sopivasti, eikä niitä tarvitse lisätä jälkikäteen. Lisäksi kun tuotanto sujuu sulavasti, pysyy käyttö- ja yhteiskustannus-  
ten seuraaminen helpommin ennakoitavana.

Tutkimuksessa selvisi, että linjasaneerauksen lohkojaon perusteet pohjautuvat hyvin pit-  
källe aikataulusuunnittelun perusteisiin. Tämä käytännössä tarkoittaa lohkojakoa, talo-  
jen, porrashuoneiden tai nousulinjojen kesken. Tämä valinta tulisi tehdä mahdollisimman  
huolellisesti perehtyen suunniteltuihin uusiin nousulinjoihin ja vanhojen reittien paikkoja  
tutkien. Näin saadaan varmistettua, että jokainen lohko on mahdollista toteuttaa yhtenä  
kokonaisuutena, eikä niin kutsutut tuplalinjat pääse vaikuttamaan linja-aikataulun toteu-  
tumiseen. Toteutusjärjestyksessä voidaan soveltaa Hoffin sääntöä, mutta korjausraken-  
tamisen tapauksessa kannattaa lisätä pelivaroja ensimmäisen lohkon aikatauluun.  
Nämä pelivarat menevät kohteen erityispiirteisiin tutustumiseen ja antaa aikaa tarvitta-  
vien katselmusten ja päätösten tekoon, kun esimerkiksi mahdollisia yllättäviä rakenteita  
tulee esiin.

Tutkimuksen edetessä selvisi myös, että lohkojakoa kehittämällä pystytään edelleen te-  
hokkaammin optimoimaan käytettävissä oleva aika. Linjasaneerauksessa työ tehdään  
verrattain pienellä alueella, suurin osa töistä tapahtuu noin kolmen neliömetrin kokoi-  
sessa kylpyhuonetilassa. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä tehokkaammin työvaiheet on  
porrastettu, sitä vähemmän yhden kylpyhuoneen kohdalla on niin kutsuttua tyhjäkäyntiä.

RATU-työmenekkitietoja käyttäen saatiin laskettua kylpyhuonetta kohden työkohdetta sitovien työvaiheiden vähimmäiskesto. RATU-työmenekkejä tutkimalla saatiin myös selville, että purkutöiden osuus kylpyhuoneen työkohdetta sitovista näyttäisi olevan yli neljäsosa koko työmenekkien osuudesta. Tämän lisäksi purkutöiden valmistuminen on aloitusedellytys muille asunnon töille. Tästä syystä erityisesti purkutöiden porrastaminen niin lohkojen avulla, kuin rytmittämällä ne työkohteittain tehokkaasti saadaan asuntokohtaista tyhjäkäyntiä vähennettyä.

RATU-työmenekkitietoja pidemmälle tutkimalla saatiin luotua kaaviotyökalu, josta voidaan arvioida asuntokohtaisen tavoiteajan perusteella sopiva lohkojako suunnittelussa olevaan kohteeseen. Tämän tiedon avulla voidaan suunnitella yksinkertaisemmin monimutkaisempia lohkojakoja esimerkiksi erittäin korkeisiin linjasaneerauskohteisiin, joissa läpimenoaika nousulinjaa kohden saattaisi kasvaa erittäinkin pitkäksi ilman resurssien lisäämistä. Resurssien voimakkaalla lisääminen puolestaan kasvattaa työmaateknisiä kustannuksia, kun työnjohtoa ja työmaakalustoa joudutaan lisäämään huomattavasti.

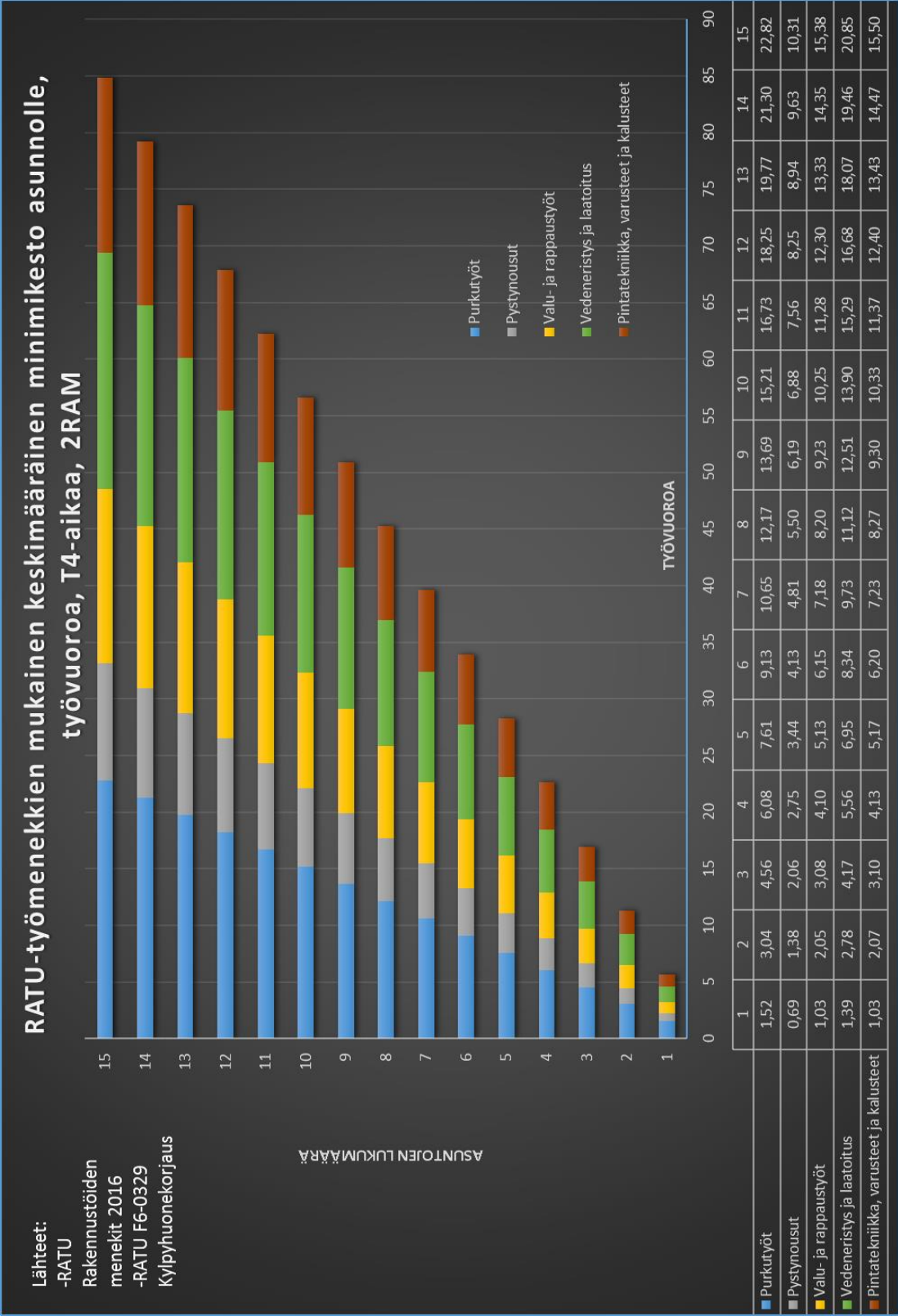
RATU-työmenekkitietojen perusteella luodun kaaviotyökalun tavoitteena on toimia nopeuttavana työkaluna esimerkiksi tarjouslaskentavaiheessa, kun halutaan esimerkiksi luoda alustava yleisaikataulu hankkeelle. Kaavion avulla saadaan arvioitua kohteen kokoluokkaa, josta voidaan saada hyödyllisiä tietoja laskentayksikön käyttöön, kun arvioidaan työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksia. Kaaviotyökalun laskelmat perustuvat keskimääräisiin arvioihin, mikä saattaa aiheuttaa siinä noin 1-5 työvuoron epätarkkuutta. Lisäksi lopulliseen keston tulee lisätä luovutusvaiheen aikataulu. Kaavion työmenekit on laskettua T4-aikaa käyttäen eli tavanomaiset häiriöpelivarat on sisällytetty laskettuun keston. Kaavion tarkkuutta voidaan parantaa syöttämällä tarkempia tietoja kaavion tietoja määräävään taulukkoon (liite 2). Arvioiden luotettavimpaan aikatauluun päästään, kun lisätään kaavion arvoon luovutusvaiheen aikataulu ja pyöristetään tulos täyteen työviikkoon. Valitettavasti käytännön koekäyttöä ei päästy tekemään tämän opinnäytetyön puitteissa

## Lähteet

- 1 Haastattelu 25.8.2016, Vastaava työnjohtaja, Juuso Kaukola-Risku, Peab Oy. Paikka: Peabin päätoimisto, Karvaamokuja 2a, Helsinki.
- 2 Peab Oy. Yritysesite <<http://peab.iweb.fi/ibooklet/yleisesite2015/>>. Luettu 16.8.2016.
- 3 RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus. 2009. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 4 Rakennustieto Oy. Hallittu putkiremontti. 2008. Helsinki: Rakennustieto OY.
- 5 Harju, Pentti; Matilainen, Veijo. LVI-tekniikka korjausrakentaminen. 2005. Vantaa: Suomen LVI-liitto, Opetushallitus.
- 6 Talokeskus. verkkoartikkeli: <<http://www.talokeskus.fi/yllapitopalvelut/kunnossapito/pts/>>. Luettu: 22.8.2016.
- 7 Junnonen, Juha-Matti. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. 2010. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- 8 Aluehallintovirasto. Työpaikkatiedote 1/2015. Uusi asbestilainsäädäntö voimaan vuoden 2016 alussa. Luettu 25.9.2016.
- 9 Ratu F6-0329. Kylpyhuonekorjaus. 2008. Rakennustieto Oy.
- 10 Ratu G-0295. Linjasaneeraus, toteutusohje. 2006. Rakennustieto Oy.
- 11 LVI 29-40071. Putkistojen vaihtoehtoisia kunnostusmenetelmiä. 2007. Rakennustieto Oy.
- 12 Aikataulukirja 2016. Talonrakennusteollisuus ry. Rakennustieto Oy.
- 13 Opinnäytetyö. Tuomisto, Tero. Käyttö- ja yhteiskustannusten muodostuminen. 2007. Tampereen ammattikorkeakoulu.



Aikataulusuunnittelun kaavio



**RATU-työmenekkipohjainen laskelma**

Liite sisältää tässä tutkimuksessa käytetyn Excel-pohjaisen RATU-työmenekkitietohin perustuvan laskelman. Laskelman toisesta osasta löytyy taulukkotyökalu aikataulusuunnittelun avuksi.